Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. F. PREUSS

ÜBER DIE VATER-PACINISCHEN KÖRPERCHEN DER BAUCHEINGEWEIDE DER KATZE

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hartwig Krüger
Tierarzt aus Gnoien

Berlin 1968
Journ. Nr. 317

Druck:

Ernst - Reuter - Gesellschaft
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e.V.

Dissertations-Druckstelle

Berlin - Dahlem, Garystrasse 45, Tel.: 76 52 61, App. 668

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. F. PREUSS

ÜBER DIE VATER-PACINISCHEN KÖRPERCHEN DER BAUCHEINGEWEIDE DER KATZE

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hartwig Krüger
Tierarzt aus Gnoien

Berlin 1960

Journ. Nr. 317

9868/61

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. L. F. MÜLLER
Referent: Prof. Dr. F. PREUSS
Korreferent: Prof. Dr. L. F. MÜLLER

Tag der mündl. Prüfung: 16.12.1960

Tag der Promotion: 3. XI. 61

Für die Überlassung des Themas sowie für die Beratung möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. F. PREUSS danken.

Außerdem gilt mein Dank den Mitarbeitern des Veterinär-Anatomischen Institutes für die gewährte Hilfe.

Inhaltsübersicht

I. Einleitung 5
II. Literatur 6
A. Vorkommen und Anordnung der V.-P.K. in der Bauchhöhle der Katze 6
B. Morphologie der V.-P.K. 7
C. Funktion der V.-P.K. 11
III. Material und Technik 12
IV. Eigene Untersuchungen 13
A. Die Verteilung der V.-P.K. in der Bauchhöhle der Katze 13
B. Der Bau der V.-P.K. 14
1. Die Zueinanderordnung der Bauelemente 14
2. Der Feinbau der Lamellen 19
C. Funktionelle Betrachtung 23
V. Zusammenfassung 25
VI. Literatur 25

I. Einleitung

Die VATER-PACINIschen Körperchen (V-P.K.) wurden erstmalig von VATER (1741) beschrieben und haben nach ihrer Wiederentdeckung durch PACINI (1831) bereits im letzten Jahrhundert die Aufmerksamkeit zahlreicher Autoren auf sich gelenkt. Da die Körperchen im Mesenterium der Katze mit bloßem Auge auffindbar sind, wurde dieses Organ zum klassischen Untersuchungsobjekt für V.-P.K.

Neben der Morphologie steht die Funktion dieser Organe im Blickpunkt des Interesses. Zu dieser Frage gibt es verschiedene Hypothesen, die bestimmte, meist isoliert betrachtete Eigentümlichkeiten morphologischer Art zur Grundlage einer funktionellen Deutung machen. Dabei weisen unsere Kenntnisse über den feineren

histologischen Aufbau noch Unklarheiten auf, so daß der Versuch, hierin genaueren Einblick zu erhalten, auch der funktionellen Betrachtung zugute kommen muß.

II. Literatur

Die V.-P.K. sind Nervenendformationen, die nach HERBST (1848) in dieser Form bei zahlreichen Säugetieren vorkommen, während sie anderen Säugetieren sowie den Sauropsiden und Fischen fehlen. Bei den Haustieren Pferd, Rind, Schwein, Schaf, Ziege, Hund und Katze sind sie von HERBST nachgewiesen worden.

Die histologischen Untersuchungen des V.-P.K. sind hauptsächlich an Körperchen aus dem Darmgekröse und dem Pancreas der Katze ausgeführt worden (HENLE/KÖLLIKER 1844, HERBST 1848, CIACCIO 1864, HOYER 1864, KEY/RETZIUS 1873, SALA 1899, SOKOLOW 1899, DOGIEL 1910, v. SCHUMACHER 1911, DOWGJALLO 1925, LAWRENTJEW 1925, SHEEHAN 1932 und 1933, LEE 1936, ROLSHOVEN 1938, SCHWARZ 1951). Aber auch V.-P.K. des Menschen wurden untersucht von HENLE/KÖLLIKER, HERBST, GENERSICH (1876), DOGIEL (1910), CEELEN (1912), LOESCHCKE (1936) und CAUNA/MANNAN (1958).

Übereinstimmend wird angegeben, daß die Körperchen unabhängig von ihrem Vorkommen im wesentlichen den gleichen Aufbau besitzen. Da ich V.-P.K. aus der Bauchhöhle der Katze untersuchte, seien zunächst die Angaben über ihr topographisches Verhalten referiert. Danach folgen die Angaben zur Morphologie und Funktion der Körperchen.

A. Vorkommen und Anordnung der V.-P.K in der Bauchhöhle der Katze

Als erster hat LACOUCHIE (1843) V.-P.K. im Gekröse des Dünn- und Dickdarms sowie im Mesorectum der Katze gefunden. HENLE/KÖLLIKER weisen darauf hin, daß die Körperchen an den Hauptstämmen der Nerven und Gefäße sowie in der Nähe der Lymphdrüsen im Gekröse und auf dem Pancreas zu finden sind. Sie fehlten im großen und kleinen Netz sowie auf der Leber, der Harnblase und auf der Niere.

Die Angaben über die Häufigkeit der Körperchen sind unterschiedlich. So fand HERBST im Mesenterium 120, im Mesocolon 20—30, in der Nähe der jejunalen Lymphknoten 40—50, im Pancreas 40—60 Körperchen. Nach SALA kommen im Mesorectum junger Katzen 5—30 Körperchen vor. Nach SÖDERLUND (1912) treten sie besonders zahlreich in der Nähe der Einmündung des Ileum in das Caecum auf. DOWGJALLO hat als Maximum 24 Körperchen im Mesorectum festgestellt, der Durchschnitt betrug 6,7. In vier Fällen fehlten die Körperchen völlig. LAWRENTJEW zählte im Dickdarmgekröse 3—30, im Dünndarmgekröse 10—100 Körperchen. Nach SHEEHAN (1933a) schwankt die Zahl der Körperchen im Mesenterium von 5 bis 150; im Pancreas fand er 50. In den Lymphknoten wie auch im Pancreas liegen die Körperchen stets in der Kapsel, nie im Drüsengewebe selbst.

Die Körperchen sind im Mesenterium nicht diffus verteilt, sondern an bestimmten Stellen besonders häufig. HERBST fand sie im oberen Teil des Dünndarmgekröses auch in Darmnähe, LAWRENTJEW fand sie besonders im mittleren Teil. Nach SHEEHAN (1933a) sind sie im oberen Teil des Mesenteriums besonders häufig, was ROLSHOVEN durch die Angabe bestätigt, daß sie gegenüber den unteren $^3/_5$ dreimal so häufig in den oberen $^2/_5$ vorkommen. In den Cranialteilen des Dünndarmgekröses liegen sie mehr in Darmnähe, in seinen Caudalabschnitten mehr zur Gekrösewurzel hin.

Nach SÖDERLUND, LAWRENTJEW, SHEEHAN (1933a) und ROLSHOVEN liegen die Körperchen an den Gefäß- und Nervenbahnen des Gekröses, doch liegen sie diesen nach ROLSHOVEN nur in 30% der Fälle direkt an. Eine Gruppenbildung der Körperchen wird von LAWRENTJEW und SHEEHAN (1933a) beschrieben, und zwar bilden nach SHEEHAN häufig 2—3 Körperchen eine Gruppe.

Auch im Gekröse des Dickdarms sind die Körperchen nicht diffus verteilt. SALA, DOWGJALLO und LAWRENTJEW sprechen von Ansammlungen (traubenförmige Häufchen; SALA), die sich nach DOWGJALLO in der Nähe der Lymphknoten finden.

Nach ROLSHOVEN verdreifacht sich die Zahl der Körperchen im 1. Lebensjahr. Mit zunehmendem Alter wachsen die Körperchen zur vollen Größe aus.

B. Morphologie der V.-P.K.

Das V.-P.K. besteht aus dem Innenkolben und zahlreichen Lamellen, die den Innenkolben umgeben.

Der Innenkolben wird überwiegend als Fortsetzung einer in das Körperchen eintretenden Hauptnervenfaser angesprochen. Nur einige Autoren rechnen auch das System der ihn umgebenden Halblamellen zum Innenkolben (v. SCHUMACHER 1911, CLARA 1925). Die Hauptnervenfaser besitzt kurz vor ihrem Eintritt einen RANVIERschen Schnürring (QUILLIAM/SATO 1955) und verliert mit dem Eintritt am proximalen Pol des Innenkolbens ihre Markscheide (MICHELSEN 1869, GENERSICH, DOGIEL 1902, ADRIAN/UMRATH 1929, SHEEHAN 1933a, STÖHR jr. 1951, BARGMANN 1956, BUCHER 1956, WALLRAFF 1958). Eine feine osmiophile Scheide soll jedoch erhalten bleiben (QUILLIAM/SATO). Nach Durchlaufen der Lamellen als Stielfortsatz (STRAHL 1848, KRAUSE 1863) plattet sich die Faser zum Innenkolben ab, der gegen den distalen Pol zugespitzt oder knopfförmig endet (STRAHL, MICHELSEN, KRAUSE 1881, TIMOFEEW 1896 und v. SCHUMACHER 1911). Es werden aber auch runde Querschnitte von doppelt vorkommenden Innenkolben abgebildet (STÖHR in MÖLLENDORFFS Handbuch 1928). Die dicken, parallel verlaufenden Neurofibrillen des Innenkolbens geben ständig Seitenästchen ab, die in ein körniges Terminalplasma eingebettet sind (RETZIUS 1894 und 1898, VAN DE VELDE 1907, STÖHR jr., QUILLIAM/SATO).

Mit dieser Hauptnervenfaser tritt eine zweite, dünnere Nervenfaser in das Körperchen ein (SALA, SOKOLOW, DOGIEL 1902, v. SCHUMACHER 1914, CLARA, DOWGJALLO, STÖHR jr., BARGMANN, BUCHER), die in gleicher Weise ihre Markscheide verliert

(Timofeew) und den Innenkolben netzartig umhüllt (Sokolow, Dogiel 1902). Der Innenkolben wird außerdem nach Genersich, Krause (1881), Ramström (1908), v. Schumacher (1911) und Loeschcke von einer Schicht platter, längsgestellter Zellen umgeben.

Die Qualität beider Fasern ist nicht eindeutig bestimmt. Nach Andrejew (1931) verlaufen sie durch den N. splanchnicus major. Sheehan (1932) stellte fest, daß die Nervenzellen, die zu den V.-P.K. des Mesenteriums der Katze gehören, sich im 7. bis 12. thoracalen Spinalganglion befinden. Rolshoven zweifelt nicht daran, daß die stärkere Faser somatosensibel, die schwächere hingegen autonom ist.

Über die Lamellen, die den Innenkolben des V.-P.K. umgeben, werden unterschiedliche Angaben gemacht. Neben den äußeren Ganzlamellen werden von einigen Autoren (v. Schumacher 1911, Clara, Trautmann/Fiebiger 1949, Krölling/Grau 1960) innere Halblamellen erwähnt.

Die Halblamellen (6—12 jederseits) umgeben den abgeplatteten Innenkolben, wobei sie zunächst den Flächen des Innenkolbens jederseits flach gewölbt eng anliegen, um mit zunehmender Zahl und zunehmendem Abstand vom Innenkolben halbkreisförmige Halbröhren zu bilden (v. Schumacher 1911, Trautmann/Fiebiger). Während die beiden innersten Halblamellen mit ihren Kanten den Kanten des Innenkolbens anliegen, enden die Kanten der darauf folgenden Halblamellen etwa in Höhe der Kanten des Innenkolbens und stehen sich frei gegenüber, zwischen sich einen „gemeinsamen Spaltraum" (v. Schumacher 1911) freilassend bzw. „in einer Art Naht oder Raphe" zusammenstoßend (Clara). Bei rundem Innenkolben scheinen die Halblamellen zu fehlen (Key/Retzius, Loeschcke, Bucher), während die Ganzlamellen den Innenkolben in großer Zahl (bis zu 60; v. Schumacher 1911, Wallraff) umschließen.

Die Ganzlamellen sind Fortsetzungen des Neurilemms (Henle/Kölliker), des Perineuriums (Loeschcke, Bargmann) oder des Endoneuriums, wie abgebildete Längsschnitte bei Key/Retzius zeigen. Das den eintretenden Nerven zirkulär oder lamellär umgebende Gewebe zweigt vom gesamten Stielfortsatz nacheinander zwiebelschalenartig ringsum divergierend ab und gibt dem Körperchen die Form eines Rotationsellipsoids (Rolshoven). v. Schumacher (1911) bildet auch einen elliptischen Querschnitt ab. Über die Anordnung der Ganzlamellen zu Lamellensystemen, die durch wechselnde Abstände gekennzeichnet sein sollen, werden unterschiedliche Angaben gemacht (Herbst, v. Schumacher 1911, Clara, Loeschcke, Trautmann/Fiebiger). Da die Lamellenkörperchen ihre Form durch osmotische Einflüsse verändern (Quellung oder Schrumpfung; Schade 1923, Kiel 1933), erscheint diese Einteilung problematisch.

In den Spalträumen zwischen allen Lamellen befindet sich eine alkalische (Michelsen), eiweißhaltige (Clara), seröse (Trautmann/Fiebiger) Flüssigkeit. Diese soll durch Fensterchen (Dogiel 1910) der Lamellen hindurch kommunizieren, was jedoch nicht unwidersprochen geblieben ist (Clara).

Als Verbindungen der Lamellen untereinander werden angegeben: Der Stielfortsatz (Strahl, Krause 1863, Genersich), das Lig. intercapsulare (Herbst, Key/Retzius, Krause 1863, Stöhr jr., Trautmann/Fiebiger, Bargmann, Bucher), celluläre Querbrücken (Key/Retzius, Cauna/Mannan) und interlamelläre Fasern (Hoyer 1864, Key/Retzius, Genersich, Dogiel 1910, Trautmann/Fiebiger, Stöhr jr., Schwarz, Bargmann, Wallraff).

Der Stielfortsatz stellt insofern eine Verbindung der Lamellen dar, als diese von ihm nacheinander abzweigen (s. oben). Ein Lig. intercapsulare ist strittig. Es soll sich nach Pacini im distalen Teil des Körperchens befinden (Henle/Kölliker) und alle Lamellen vom distalen Ende des Innenkolbens bis zur äußersten Lamelle des distalen Poles strangartig verbinden, so ein formales Gegenstück zum Stielfortsatz des proximalen Teiles bildend. Henle/Kölliker und v. Schumacher (1911) widersprechen diesen Angaben jedoch mehr oder weniger entschieden. Celluläre Querbrücken werden von Key/Retzius sowie Cauna/Mannan benannt, zu denen andere Autoren keine Stellung nehmen. Von interlamellären Fibrillen berichten Hoyer und nach ihm zahlreiche Autoren (s. oben). Diese Fibrillen sollen sich quer (Hoyer) zwischen den Lamellen ausspannen, von denen sie sich abspalten (Henle/Kölliker, Herbst), unregelmäßig ausgebildet sein (Key/Retzius), sich verästeln (Genersich), ein intercapsuläres Netz bilden (Dogiel 1910) und durch ihren schrägen Verlauf (Schwarz) die Formveränderungen des V.-P.K. erklärbar machen.

Der Feinbau der Lamellen selbst sowie ihre Materialfrage hat zu besonders eingehenden Untersuchungen Anlaß gegeben. Zunächst sei erwähnt, daß sich zwei Auffassungen gegenüber standen im Hinblick auf die Definition des Begriffes „Lamelle“ und die davon abhängigen Intra- bzw. Interlamellärräume. Die eine Auffassung (Herbst, Key/Retzius, Genersich, Ramström 1908, v. Schumacher 1911, Clara, Loeschcke, Trautmann/Fiebiger, Bargmann) hält die sichtbaren, um 1 μ dicken (1,7—3,5 μ nach Schwarz; unter 1 μ nach Cauna/Mannan), im Schnitt als Strich erscheinenden Formationen für Doppelgebilde, die als stärkste Annäherung der Flächen zweier benachbarter Lamellen aufzufassen sind. Demnach machen zwei solche Formationen zusammen mit dem zwischen ihnen gelegenen und mit Flüssigkeit gefüllten interlamellären Raum die Dicke einer Lamelle aus. Nur wenn sich zwei benachbarte Lamellen im Bereich der anfangs erwähnten strichförmigen Formation voneinander abheben, wird ein interlamellärer Raum sichtbar. Die andere Auffassung (Krause 1881, Dogiel 1910, Schwarz) spricht diese strichdicke Formation als Lamelle an, so daß der Abstand zwischen zwei Lamellen dem interlamellären Spaltraum entspricht und ein intralamellärer Raum nicht existiert. Da Schwarz diese Auffassung elektronenoptisch bewiesen hat, sind zahlreiche Äußerungen älterer Autoren auch über indirekt hiermit zusammenhängende Bildungen des V.-P.K. kritisch zu werten, wie in den eigenen Untersuchungen am Beispiel der sogenannten

Naht-Spalträume zwischen den Kanten der Halblamellen (v. Schumacher 1911; s. oben) gezeigt werden wird.

Materialmäßig wird den Lamellen überwiegend eine bindegewebige Natur zugesprochen, was Hromada noch 1960 betont, indem er von einer mesenchymalen Herkunft der Lamellen spricht. Nur Schwarz benennt Kriterien, die für ein modifiziertes Gliagewebe sprechen, wie das Auftreten eines dichten Fasergeflechtes sowie undifferenzierten Protoplasmas in Kernnähe. Außerdem hat Schwarz den gleichen Fibrillentyp zwischen den Achsenzylindern „grauer" Nerven nachgewiesen. Die Lamellen setzen sich aus einem „ungemein dichten Netz" (Dogiel 1910) oder Geflecht (Clara) von Fibrillen zusammen, die in eine homogene Grundsubstanz (Clara) eingebettet sind. Die Fibrillen sollen längs und quer verlaufen (Henle/Kölliker, Cauna/Mannan) und nach Schwarz gebündelt sein. Eine Vorzugsrichtung konnte Schwarz nicht feststellen. Das Kaliber der Fibrillen beträgt 45—180 mμ, und in ihrem Verlauf kommen Anschwellungen mit Einschlüssen vor (Schwarz).

Im Hinblick auf die regelmäßig zahlreich vorhandenen Zellen bzw. Zellkerne innerhalb (Schwarz) oder auf den Lamellen (Michelsen, Key/Retzius, Krause 1881, Timofeew, Clara, Trautmann/Fiebiger, Stöhr jr., Bargmann, Bucher, Wallraff) existieren wiederum verschiedene Angaben. Sie werden als Endothelzellen (Key/Retzius, Krause 1881, Timofeew), Fibrocyten (Clara), modifizierte Bindegewebszellen (Dogiel 1910, Trautmann/Fiebiger, Bargmann, Bucher) oder modifizierte Schwannsche Zellen angesprochen. Zellgrenzen werden nur von Cauna/Mannan angegeben, die auch erwähnen, daß die Zellen der V.-P.K. der Katze doppelt so groß seien wie die der Menschen. Die Zellkerne sind platt und rund bis oval (Michelsen, Key/Retzius, Dogiel 1910). Sie besitzen 1—2 Kernkörperchen, und ihr Chromatin ist fein gekörnelt (Dogiel 1910, Cauna/Mannan).

Das V.-P.K. besitzt eine bindegewebige Hülle (Loeschcke, Bucher, Wallraff), die Schwarz jedoch verneint. Weiter kommt ihm eine eigene Gefäßversorgung zu. Letzterer wird von mehreren Autoren funktionelle Bedeutung zugemessen, weshalb hierauf abschließend näher eingegangen sei.

Im wesentlichen wird von zwei Gefäßsystemen gesprochen (Sheehan 1933b), von denen eines außen am Körperchen und das andere im Körperchen selbst liegt. Die Außengefäße schmiegen sich nach v. Schumacher (1911) dem Körperchen an oder überqueren bzw. umschlingen es bogenförmig. Rolshoven fand dagegen, daß die Körperchen den Gefäßen in 70% der Fälle nicht direkt anliegen. Nach Grosser (1901; bei Chiropteren) und Cauna/Mannan (im Finger des Menschen) ist den zuführenden Gefäßen eine arterio-venöse Anastomose vorgeschaltet. Bei den Binnengefäßen handelt es sich nach Dogiel (1910), Loeschcke und Cauna/Mannan um Arterien bzw. Venen, nach v. Schumacher (1911) jedoch um Kapillaren, die aus einem dem Körperchen vorgeschalteten Kapillarnetz hervorgehen.

Der Ort des Gefäßeintritts ist verschieden. Nach Dogiel (1910), v. Schumacher (1911), Sheehan (1933b) und Loeschcke kommen neben den beiden Polen auch noch andere Stellen in Frage. Nach Cauna/Mannan befindet sich der Gefäßeintritt gewöhnlich im mittleren Teil des Lamellenkörperchens.

Nach dem Eintritt verzweigt sich das Gefäß in Form von „Arteriolae intercapsulares" (Dogiel 1910), die interlamelläre Kapillarnetze bilden, und von denen Kapillarschlingen ausgehen können. Die Schlingen entspringen entweder aus einem im basalen Teil des Körperchens gelegenen Kapillarnetz (v. Schumacher 1911) oder aus einem am distalen Pol eintretenden Gefäß und verlaufen als einfache oder doppelte, proximale und distale Polschlinge (Loeschcke) bis in die Nähe der entsprechenden Enden des Innenkolbens. Nach Loeschcke kommt zuweilen auch eine mittlere Schlinge vor, die um den mittleren Teil des Innenkolbens herumzieht.

C. Funktion der V.-P.K.

Über die Funktion der V.-P.K. bestehen Meinungsverschiedenheiten. Von älteren, heute nicht mehr diskutierten Meinungen seien die von Lacouchie, wonach es sich um eine Art Drüse handelt, die Zusätze zur Lymphflüssigkeit liefert, und die von Henle/Kölliker, die die V.-P.K. den elektrischen Organen der Fische an die Seite stellen, erwähnt. In neuerer Zeit stehen vornehmlich zwei Autorengruppen miteinander in Widerspruch über die funktionelle Deutung der V.-P.K.

Die eine Gruppe mißt den Körperchen eine Bedeutung als Regulatoren der Körperflüssigkeiten zu. Von Osmosensibilität bzw. osmoregulatorischen Organen spricht Schade, weil die Lamellen der Körperchen bei entsprechender Änderung des umgebenden osmotischen Druckes quellen bzw. entquellen. Kiel dehnt diese Auffassung, der sich Clara anschließt, auch auf den onkotischen (kolloidosmotischen) Druck aus. Hiermit hängt zusammen, daß andere Autoren die durch die Innen- und Außengefäße des V.-P.K. bedingten Einflüsse als funktionell wirksame Komponente ansprechen. v. Schumacher (1911), Sheehan (1933b) und Loeschcke messen den Druckschwankungen innerhalb dieser Gefäße, die sich auf die interlamelläre Flüssigkeit der Körperchen auswirken, eine besondere Bedeutung zu. Grosser (bei Chiropteren) und Cauna/Mannan (beim Menschen) sehen Beziehungen zwischen dem in den Körperchen herrschenden Druck und den arteriovenösen Anastomosen, die den Körperchen häufig vorgeschaltet sind.

Die andere Gruppe faßt die V.-P.K. als Druckrezeptoren auf, wobei Dogiel (1910) von der Perzeption verschiedener Druckformen spricht. Nach physiologischen Untersuchungen (Adrian/Umrath 1929, Gray/Matthews 1951 und Gray/Sato 1953) stellt äußerer Druck den adäquaten Reiz für die Körperchen dar, deren Funktion nach Gray/Matthews darin besteht, plötzliche kleine Körperbewegungen anzuzeigen (signalling body movements). Zu einer ähnlichen Deutung kamen vordem Ralber (1865 und 1867; Koordination der Körperbewegungen) und Rolshoven (Koordination der Leistungen des Bewegungsapparates).

III. Material und Technik

Untersucht wurden V.-P.K. aus dem Gekröse des Bauchdarmes und aus dem Pancreas von 20 Katzen, die nach Tötung mit Chloroform vom Tierheim in Berlin-Lankwitz zur Verfügung gestellt wurden. Verwendet wurden erwachsene, möglichst magere Tiere, denen das Untersuchungsmaterial 1—2 Stunden nach der Tötung entnommen wurde. Die V.-P.K., die bei geringer Entwicklung des Gekrösefettes mit bloßem Auge leicht aufzufinden sind, wurden im Zusammenhang mit dem sie umgebenden Fettgewebe und jenen größeren Ästen der Aa. jejunales, in deren Nähe sie überwiegend liegen, herauspräpariert. Der beiderseitige peritonaeale Überzug gewährleistete dabei den Zusammenhalt der Gewebsstückchen, die bis zu 1 cm^2 groß und bis zu 0,3 cm dick waren. Nach Fixierung in fünfprozentigem Formalin oder Susa oder Bouin erfolgte die Entwässerung durch Alkohol. Die Körperchen wurden zwecks räumlicher Orientierung mit ihrer Längsachse entweder senkrecht oder waagerecht zur späteren Schnittebene in Paraffin eingebettet. Die hergestellten Serienschnitte von 7 bis 20 μ Dicke wurden mit Hämalaun-Erythrosin, van Gieson, Resorzinfuchsin-Kombination mit Pikrinsäure-Thiazinrot, Resorzinfuchsin, Azan, modifizierter Azanfärbung, Pasini und Masson gefärbt und auch versilbert (Romeis 1948).

Zur Untersuchung des Gefäßapparates der V.-P.K. wurden Injektionen mit Tusche der Firma Günther Wagner und mit Zitratblut durchgeführt. Die Gefäße wurden in situ nach Abklemmen der V. portae und des Duodenums im Bereich des Pancreas sowie der A. mesenterica caudalis und des Colons in seiner Pars descendens von der A. mesenterica cranialis aus injiziert. Auf diese Weise ließ sich bei frischem Material eine vollständige Füllung der Gefäße und Kapillaren im Injektionsbereich erreichen. Nach der Tuscheinjektion wurden von fünf Katzen 170 Lamellenkörperchen unter einem stereoskopischen Mikroskop (8—60fache Vergrößerung) mit Hilfe von Präpariernadeln isoliert und im Durchlicht untersucht. Von anderen injizierten Körperchen wurden auch Serienschnitte gemacht. Zur Herstellung von Aufhellungspräparaten wurden Aa. jejunales nach Tuscheinjektion in Darmnähe und distal der mesenterialen Lymphknoten abgebunden und mit dem umgebenden Fett isoliert, entwässert, in Methylbenzoat aufgehellt und mit Eiweißglyzerin auf Objektträger aufgeklebt; diese Präparate wurden im Durchlicht ebenfalls stereoskopisch untersucht. Die Injektion von Zitratblut wurde vorgenommen, um nachteilige Wirkungen der Tusche (Anfärben der Gefäßwände und Schrumpfung) zu umgehen. Eine Plastoidfüllung der Gefäße der Körperchen gelang nicht, weil die aus den Aa. jejunales kommenden Äste, von denen u. a. auch die Körperchen versorgt werden (s. unten), rechtwinklig und mit stark vermindertem Kaliber entspringen.

IV. Eigene Untersuchungen

A. Die Verteilung der V.-P.K. in der Bauchhöhle

Die in der Bauchhöhle der Katze gelegenen V.-P.K. sind auf Grund ihrer Form, Größe und Lage makroskopisch leicht auffindbar. Am besten eignen sich für die Untersuchung magere, noch lebenswarme Katzen, weil dann das geringe Gekrösefett noch weich und etwas durchscheinend ist. Bei älterem Material fallen die Körperchen infolge Flüssigkeitsverlustes etwas zusammen, wodurch sie sich ihrer Umgebung optisch anpassen und nicht, wie bei frischem Material, als bläulich schimmernde Rotationsellipsoide[1]) hervortreten, in deren Längsachse sich der Innenkolben mit den innersten ihn umgebenden Lamellen als dunkler bzw. auf dunkler Unterlage als milchig-weißer Streifen abhebt. Seltener kommen nierenförmig gebogene Körperchen vor. Die unterschiedliche Größe der Körperchen führt zu einer gewissen Abwandlung der meist einheitlichen Grundform. Bei einer durchschnittlichen Länge um 1000 μ war das kleinste gefundene V.-P.K. 360 μ, das größte 1920 μ lang. Die durchschnittliche Breite von zwei Dritteln der Länge variiert ebenfalls stark, indem häufig Körperchen gleicher Länge eine unterschiedliche Breite besitzen. Überdies sind kleine Körperchen oft relativ breit und nähern sich so der Kugelform, während große Körperchen wegen ihrer relativ geringen Breite mehr länglich sind.

Im Pancreas liegen die Körperchen entweder zwischen den locker aneinander liegenden Drüsenläppchen und in den Läppchen selbst, was entgegen Angaben in der Literatur (s. oben) schon in normalen Schnittserien zu sehen ist, oder sie sind bei oberflächlicher Lage durch die seröse Kapsel hindurch sichtbar. Im Dünndarmgekröse finden sich die Körperchen häufiger in den cranialen Abschnitten. Sie treten hier an der ganzen Länge der Jejunalarterien auf. In den caudalen Abschnitten dieses Gekröses kommen sie mehr in der Nähe der Jejunallymphknoten (selten in deren Kapsel) vor, wobei ein regelmäßiges Vorkommen unmittelbar caudal dieser Lymphknoten im Mesoileum festzustellen ist. Im Mesocolon finden sich die Körperchen überwiegend im Winkel zwischen den Vv. colica dextra und media und cranial der A. mesenterica caudalis. Nahe dem letzteren Fundort endet das Lig. duodenocolicum und eine von links (vom Lobus sinister pancreatis) kommende Bauchfellduplikatur.

Nachfolgende Häufigkeitsangaben haben insofern nur bedingten Wert, als sich kleine und versteckt gelegene Körperchen der Beobachtung entziehen können. Im Duodenal- und Jejunalgekröse zählte ich 30—110, im Pancreas 30—90, im Mesocolon 2—50, im Mesoileum 5—40 und um die Lnn. jejunales 3—30 Körperchen. Die in dieser Reihenfolge zum Ausdruck kommende abfallende Tendenz der minimalen und maximalen Zahlen ist typisch.

---

1) Beim Rotationsellipsoid sind alle Längs- und Schrägschnitte ellipsenförmig, alle Querschnitte kreisförmig.

B. Der Bau der V.-P.K.

1. Die Zueinanderordnung der Bauelemente

Der Aufbau der V.-P.K. ist unabhängig von ihrer Form und Größe und von ihrer Lage innerhalb der Bauchhöhle grundsätzlich derselbe. Die Bauelemente sind dabei a) der nervöse Innenkolben mit den ihn umgebenden Lamellen und b) die Gefäße.

a) Bei Betrachtung eines elliptischen Medianschnittes hebt sich der axial gelegene Innenkolben heraus und gestattet eine Unterteilung des Körperchens in einen proximalen, mittleren und distalen Abschnitt. Der größte, etwa die Hälfte der Gesamtlänge des Körperchens messende Mittelabschnitt wird durch die Länge des Innenkolbens bestimmt, dessen Enden in der Regel nicht mit den Brennpunkten der Ellipse zusammenfallen. Vielmehr liegt das Distalende des Innenkolbens dem distalen Pol des V.-P.K. gewöhnlich näher als das Proximalende dessen proximalem Pol, so daß der distale Abschnitt entsprechend meist der kürzeste ist. Seine Länge beträgt weniger als ein Viertel der Gesamtlänge des V.-P.K.

Im proximalen Abschnitt (Stielfortsatzabschnitt) liegt der Stielfortsatz des Körperchens. Er besteht aus dem noch markhaltigen Nerven mit seinen Hüllen, die sich unter annähernd rechtem Winkel als Lamellen abzweigen, wobei die äußerste Lamelle am proximalen Pol des Körperchens, die innerste Lamelle kurz vor dem Übergang des Stielfortsatzes in den Innenkolben abbiegt. Da die Eintrittsstelle des Nerven häufig etwas seitlich vom proximalen Pol des Körperchens liegt und der Nerv nicht immer völlig gestreckt im Körperchen verläuft, kommt dieser leicht gewundene Verlauf bis zum Beginn des Innenkolbens dem gesamten Stielfortsatz zu.

Der Mittelabschnitt (Innenkolbenabschnitt) besitzt den zentral gelegenen Innenkolben, der den Stielfortsatz fortsetzt. Der Innenkolben wird von dem flachstabförmig verdickten markfreien Achsenzylinder dargestellt, der nicht in jedem Falle völlig gestreckt ist, sondern leicht gebogen sein kann (Abb. 1) und zuweilen am distalen Ende hakenförmig umgebogen ist, wie dies auch Rolshoven in seiner Abb. 12 darstellt. Er wird zunächst von Halblamellen umgeben, die im Medianschnitt jedoch nicht zu differenzieren sind. Darauf folgen die Ganzlamellen, deren Anzahl nicht sicher zu bestimmen ist, wohl aber in Übereinstimmung mit bisherigen Angaben zwischen 40 und 60 liegt. Die Lamellen können im Medianschnitt (wie im Querschnitt; s. unten) einen mehr gleichmäßigen Abstand voneinander haben oder aber in unterschiedlichster Art und Anzahl Gruppen mit verschiedenen Abständen zueinander bilden, was zweifellos auf Fixierungseinflüsse usw. zurückzuführen ist und somit als Folge einer artefiziellen Schrumpfung angesprochen werden muß. Ob diese Lamellen ein inneres und äußeres System bilden, möchte ich grundsätzlich in Frage stellen. Sicher ist eine solche Gliederung nicht bei allen Körperchen vorhanden, und wo sie vorhanden zu sein scheint und öfter abgebildet worden ist, kann sie durch histologische Behandlung des Körperchens oder bei Frischpräparaten durch die Be-

Abb. 1. Medianschnitt durch ein V.-P.K. aus dem Mesenterium der Katze. Hämatoxylin-Eosin. Vergr. 90fach

leuchtung hervorgerufen sein. Hierzu wird gelegentlich des anschließend geschilderten Querschnittes noch weiteres ausgeführt werden.

Der distale Abschnitt (Kuppenabschnitt) besteht aus den kuppenförmigen Anteilen der Ganzlamellen am distalen Pol des Körperchens. Hierbei kommen zwei Formen vor. Die eine stellt die kontinuierliche Fortsetzung der Ellipsenform dar. Die andere ist in Abb. 1 dargestellt und kommt besonders bei jenen Körperchen vor, bei denen der Innenkolben sich dem distalen Pol besonders stark nähert. Sofern diese Lamellen zum Innenkolben gerechnet werden, entspricht diese zweite Form dem sogenannten knopfförmigen Innenkolben der Autoren. Bei der erstgenannten Form würde entsprechend ein sogenannter spitz endender Innenkolben vorliegen. Da ich jedoch bereits die Halblamellen nicht zum Innenkolben rechnen kann (s. unten), sollten Ganzlamellen in keinem Fall den Innenkolben mitbilden helfen, da hierdurch die deskriptive wie die funktionelle Abgrenzung inadäquat werden. Ein Ligamentum interlamellare schließlich, das sich zwischen dem Distalende des rein nervösen Innenkolbens und dem distalen Pol des Körperchens befinden soll, habe ich in keinem Fall gefunden.

Den Medianschnitt eines V.-P.K. insgesamt betrachtend, seien noch kurze Angaben über seinen Stiel (nicht Stielfortsatz) und die Ganzlamellen gemacht. Der Stiel des V.-P.K. wird durch die Nervenfaser und deren Hüllen kurz vor Eintritt in das Körperchen gebildet. Er ist dadurch gekennzeichnet, daß seine vielschichtige Hülle um so dicker wird, je mehr sich der Nerv dem Körperchen nähert. Von den Ganzlamellen unterscheidet sich die äußerste von sämtlichen übrigen unter 1 μ dicken Lamellen dadurch, daß sie zwei- bis dreimal dicker ist als diese. Man könnte deshalb bei dieser äußersten Lamelle von einer Kapsellamelle sprechen, die nichts mit einer

bindegewebigen Kapsel zu tun hat, die nach einigen Autoren das Körperchen abgrenzt, denen ich mit SCHWARZ nicht beipflichten kann.

Bei Betrachtung eines Querschnittes eines V.-P.K. ist im Rahmen der bisherigen Beschreibung nur ein Querschnitt durch den Mittelabschnitt (Innenkolbenabschnitt) geeignet, die Vorstellung über den Bau der Körperchen wesentlich zu ergänzen. Er betrifft die Halblamellen und die Zueinanderordnung der Ganzlamellen.

Die Halblamellen, die nur im Querschnitt deutlich auszumachen sind, verhalten sich im Prinzip zunächst so, wie in der Literatur beschrieben, indem die innersten den beiden Flächen des abgeplatteten Innenkolbens innen fest anliegen. Die darauf folgenden Halblamellen nähern sich zunehmend der Halbkreisform. An der Nahtstelle der jeweils beiderseitigen Halblamellen findet sich jedoch entgegen v. SCHUMACHER (1911) und den ihm folgenden Autoren kein Spaltraum, und die Halblamellen stoßen auch nicht im Sinne CLARAS in einer Naht zusammen, sondern es existieren hier zwei gewissermaßen auf je einer Kante des Innenkolbens stehende septumartige Nahtlamellen (Abb. 2), aus denen die Halblamellen abzweigen. Diese beiden Nahtlamellen stellen die mechanisch stabilsten Elemente der Lamellenkörperchen dar, indem sie bei allen artefiziellen Verschrumpfungen der Halb- und Ganzlamellen (s. unten) ihre Stellung zum Innenkolben am besten erhalten. Das kann nur als Ausdruck dafür aufgefaßt werden, daß die dem Innenkolben dicht aufliegenden beiden innersten Halblamellen mit den an ihnen beginnenden Nahtlamellen eine

Abb. 2. Querschnitt durch den Mittelabschnitt (Innenkolbenabschnitt) eines V.-P.K. aus dem Mesenterium der Katze. Innenkolben mit Halblamellen. Phasenkontrast. Vergr. 560fach

besondere funktionelle Einheit bilden. Würde an der Stelle der Nahtlamellen ein Spaltraum vorhanden sein oder, wie v. SCHUMACHER (1911) auch angibt, eine seltene Berührung der Kanten der beiderseitigen Halblamellen stattfinden, dann könnte diese genannte Stabilität nicht stets zu beobachten sein. v. SCHUMACHERS Deutung dieses Spaltraumes ist allerdings auch nur verständlich aus seiner Annahme, daß es einen intralamellären Raum gibt (s. oben), dessen Existenz CLARA sogar durch das Zusammenstoßen der sehr dicken Lamellen in einer „Art Naht" bewiesen sieht. Seit die doppelte Kontur einer Lamelle aber nicht mehr als innigste Aneinanderlagerung zweier Lamellen aufgefaßt werden kann, ist auch diese Version hinfällig.

Zur Frage der Abgrenzung des Innenkolbens hier noch einmal Stellung nehmend, muß darauf hingewiesen werden, daß es aus vergleichenden Gründen weder möglich ist, eine gewisse Anzahl von Ganzlamellen noch die hier vorhandenen Halblamellen zum Innenkolben zu rechnen. Bei V.-P.K. nämlich, die keine Halblamellen besitzen, wie solche offenbar beim Menschen vorkommen, und bei anderen Lamellenkörperchen zu deren nervösem Innenkolben sich keine Lamellen aussondern lassen, die diesen Innenkolben scheinbar spezifisch mitbilden helfen, muß der nervöse Binnenapparat dem Innenkolben gleichgesetzt werden. Diese dann notwendige strenge Unterscheidung in nervösen Zentralteil und umgebende Lamellen, die immer nur als funktionelle Hilfsorgane aufgefaßt werden können, muß entsprechend auf alle anderen Lamellenkörperchen übertragen werden, deren besonders gebaute und formierte innerste Lamellen, wie hier die Halblamellen, deskriptiv und funktionell hervorzuheben sind, ohne sie nomenklatorisch vergleichswidrig mit dem nervösen Innenkolben zusammenzukoppeln.

Die im Querschnitt kreisförmigen Ganzlamellen zeigen ein von der Fixierung abhängiges Verhalten. Bei Lupenbetrachtung von frisch entnommenen, prallen und feuchtglänzenden Körperchen zeigen die durch die interlamelläre Flüssigkeit straff gespannten Lamellen eine vollständig glatte Oberfläche mit gleichmäßigen Abständen zueinander. Nach Fixierung mit Susa und Bouin bleibt der Abstand der Lamellen zueinander zwar derartig gleichmäßig erhalten, daß sie sich gegenseitig nicht berühren, doch sind sie alle geschrumpft. Die wellenförmige Kontur der quergeschnittenen Lamellen ist dabei nach Susafixation feiner gewellt als nach Fixation mit BOUINscher Flüssigkeit. Nach 48stündiger Formolfixation (5%ig) ist das Querschnittsbild in anderer Weise typisiert. Die stark geschrumpften Lamellen zeigen nach außen gerichtete Faltenberge und bilden Schrumpfungsgruppen. Jede Gruppe besteht dabei aus 2—4 oder mehreren etwa gleichartig gefältelten Lamellen, die eng aneinander liegen und sich an zahlreichen Stellen berühren. Je zwei solcher Gruppen sind durch einen größeren Zwischenraum oder durch weniger geschrumpfte Lamellen getrennt. Diese artefizielle Gruppierung hat selbstverständlich nichts mit vorgegebenen Lamellensystemen zu tun. Die stärkste Umordnung durch Schrumpfung schließlich tritt bei silberimprägnierten Querschnitten auf, die 3 Wochen in säurefreiem 5%igem

Formalin fixiert wurden. Ohne Schrumpfungsgruppen zu bilden, sind alle Lamellen sehr stark und unregelmäßig gewellt und gezackt, berühren sich genau so häufig, wie sie spaltbreiten oder erheblicheren Abstand voneinander haben und bieten einen Anblick größter Unordnung. Selbst die Halblamellen werden von dieser Schrumpfung (mit Ausnahme der oben erwähnten Nahtlamellen) stets stärkstens betroffen, die bei den vorgenannten anderen Fixierungen nur gelegentlich deformiert wurden. Hinzugefügt sei, daß auf Längsschnitten dieselben Verformungen, jedoch in weit geringerem Maße, auftreten. Aus diesem regelmäßig zu beobachtenden Verhalten folgt, daß die bisher beschriebene Systembildung der Lamellen mit Vorbehalt zu beurteilen ist. Bei abgebildeten Lamellensystemen von Frischpräparaten dürfte z. B. auch die Zeit, die zwischen Entnahme und Abbildung verstrichen ist, zu berücksichtigen sein, da die Verdunstung der Flüssigkeit zwischen den äußersten Lamellen sich bereits optisch auswirken kann.

b) Die Gefäße der untersuchten V.-P.K. zeigen folgendes Verhalten: Die Aa. und Vv. jejunales geben während ihres Verlaufes vom Ursprung bis zum Darm häufig unter annähernd rechtem Winkel zahlreiche Gekröseäste ab, die nach mehrfacher Verästelung auf ein Fünftel ihres Kalibers (20 μ) absinken und von denen allen dann die Lamellenkörperchen ihren Zufluß erhalten können. Soweit die Körperchen längs der Jejunalgefäße liegen, wahren sie zu diesen in der Regel einen Abstand von 2 bis 3 mm. In Einzelfällen, wo die Körperchen zwischen Gefäß und Serosa liegen, scheint makroskopisch eine Berührung vorzuliegen. Mikroskopisch bleibt jedoch ein Abstand von mindestens 20 μ erhalten, der von Nerven, die das Gefäß begleiten, sowie von lockerem Bindegewebe und vor allem von Fettgewebe ausgefüllt wird. Einzelne Gekröseäste dagegen können den Körperchen anliegen. Sie lassen sich aber auch dann ohne Verletzung der Körperchen abpräparieren, gleichgültig, ob sie sich der Längskontur der Körperchen anschmiegen oder schräg oder quer über sie hinwegziehen. In einigen Fällen fehlten solche tangierenden Gekröseäste, und nicht selten ist die Berührungsstrecke dieser Äste mit den Körperchen nur kurz. Sie befindet sich dann seitlich nahe dem Proximalpol des Körperchens, von wo auch sonst der Zufluß ins Körperchen gewöhnlich abzweigt. Die Gekröseäste selbst enden nach diesem Tangentialverlauf an den Körperchen vorbei im perivasculären Fettgewebe, und es kann keineswegs von einem besonderen Kapillarreichtum an der Oberfläche der Körperchen gesprochen werden. Die venösen Äste folgen den Arterien, oder die Körperchen liegen zwischen Arterie und Vene.

Die Gefäße zu den Körperchen sind präkapillare Zweige oder, bei Abzweigung unmittelbar am Proximalpol des Körperchens, Kapillaren. Sofern es sich um präkapillare Kaliber handelt, vermindert sich dieses Kaliber durch Abgabe von Kapillaren an das Fettgewebe, um selbst als Kapillare in das Körperchen einzutreten, das mithin ausschließlich von Kapillaren versorgt wird. Als stets einzelne arterielle Kapillare tritt dabei das zuführende Gefäß mit dem Nerven in das Körperchen ein

und folgt dem Stielfortsatz etwa bis zu dessen Übergang in den Innenkolben. Im einfachsten Fall biegt es hier um 180° rückwärts, um als venöser Schenkel dem Stielfortsatz in entgegengesetzter Richtung zu folgen und das Körperchen zu verlassen. Dieser mit LOESCHCKE als (proximale) Polschlinge benannte Kapillarenverlauf kommt in dieser Form nur bei kleineren Körperchen von 300 und 400 μ Länge vor. Bei den größeren Körperchen erfährt er unter Beibehaltung dieser gegen das Proximalende des Innenkolbens gerichteten Polschlinge verschiedene Modifikationen. So bildet die eintretende Kapillare unmittelbar nach ihrem Eintritt oder in der Mitte oder am Ende des Stielfortsatzes ein den Stielfortsatz umgebendes Kapillarnetz aus, das neben Anastomosen zur venösen Kapillare zumindest die genannte Polschlinge entläßt, häufig aber auch periphere Schlingen zwischen zwei Lamellen entsendet. Die Anzahl dieser interlamellären Schlingen beträgt meist 2—3, es konnten aber auch 10 gezählt werden, wobei in keinem Falle ein Überwechseln in benachbarte interlamelläre Spalten stattfindet. Meist liegen sie in den äußeren Interlamellärspalten, während sie in mittleren Lagen nur halb so oft und in der Nähe des Innenkolbens nur ein Viertel so oft vorkommen. Ihre Länge und Form ist verschieden, so daß in manchen Präparaten von einem flächenhaften Netz gesprochen werden kann. Die genannte konstante proximale Polschlinge kann proximal des Scheitels solcher interlamellären Schlinge ihren Ausgang nehmen. Diese interlamellären Schlingen pflegen überdies die Höhe des Polschlingenscheitels nicht zu überschreiten, so daß (mit noch zu erwähnenden Ausnahmen) fast ausschließlich der proximale (Stielfortsatz-) Abschnitt des Körperchens vascularisiert ist.

Diese Versorgung mit Gefäßen muß als sehr gering bezeichnet werden. Die Serienschnitte, in denen die Kapillaren einen verschwindenden Raumanteil einnehmen, unterstreichen das, und das stark vascularisierte umgebende Fettgewebe kontrastiert hierzu im Aufhellungspräparat derart, daß das Auffinden der Körperchen als kapillararme Aussparungen erleichtert wird. Als Variationen seien erwähnt, daß in seltenen Fällen eine interlamelläre Schlinge bis zur Höhe des Distalendes des Innenkolbens reichen kann, und daß in 10 Fällen von 220 eine zusätzliche Kapillare am distalen Pol in das Körperchen eintrat, die nach kurzem Verlauf im Distalabschnitt des Körperchens wieder austrat, nachdem sie ebenfalls interlamelläre Schlingen gebildet und eine distale Polschlinge zum Innenkolben abgegeben haben kann. Diese distale Polschlinge tritt unabhängig von der Größe der Körperchen auf und kommuniziert niemals mit jenen interlamellären Schlingen, die sich ausnahmsweise bis gegen den Distalabschnitt erstrecken. Ob sie das Substrat eines von mir nicht gefundenen Lig. interlamellare der Autoren abgegeben haben, kann nicht entschieden werden.

2. Der Feinbau der Lamellen

Die Frage nach dem Feinbau der Lamellen ist eine Frage des Materials, aus dem die Lamellen bestehen, und eine Frage der Architektur der Materialteile. Der Grad

der morphologischen Beantwortung dieser Fragen muß gemeinsam mit der Kenntnis der Zueinanderordnung der übrigen Bauteile (Innenkolben und Gefäße) gewisse Rückschlüsse auf die Funktion der V.-P.K. ermöglichen.

Jede Lamelle besteht 1. aus einer homogenen Grundmasse, die keinerlei Zellgrenzen erkennen läßt, 2. aus deren zugehörigen Zellkernen und 3. aus zahllosen Fibrillen, die in die Grundmasse eingelagert sind. Zu diesen intralamellären Fibrillen kommen interlamelläre Fibrillen in wesentlich geringerer Menge, und in den Interlamellärräumen finden sich neben diesen Fibrillen und den obengenannten Kapillaren als körperliche Elemente vereinzelte freie Zellen.

Nach allen von mir vorgenommenen Färbungen verhalten sich die Lamellen insgesamt und die Fibrillen insbesondere wie kollagenes Material. Schwarz hat dagegen nachgewiesen (s. oben), daß die Fibrillen sich elektronenmikroskopisch nicht wie Kollagenfasern verhalten, sondern gliösen Fibrillen gleichen. Da Kriterien der elektronenoptischen Feinstruktur solchen elektiver Färbung überlegen sind, werden weitere elektronenoptische Befunde hier das letzte Wort haben. Der Eigentümlichkeit nervöser Formationen, fast ausnahmslos von gliösem Ammengewebe umgeben zu sein und auch funktionell ergänzt zu werden, würden gliöse Lamellen durchaus entsprechen. Das elektronenoptische Bild kann jedoch unzulänglich sein und Vorzugsrichtungen der Fibrillen nicht erkennen lassen (Schwarz), wenn es, wie hier, um

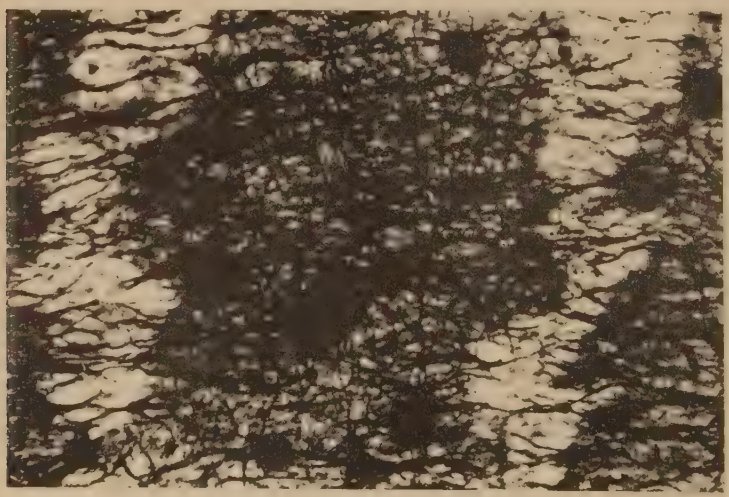

Abb. 3. Paratangentialschnitt parallel zur Längsachse eines V.-P.K. aus dem Mesenterium der Katze. Zirkulärsystem und Längssystem der intralamellären Fibrillen sowie zum Zirkulärsystem gehörende interlamelläre Fibrillen. Masson. Vergr. 610fach

architektonische Aussagen geht über Formationen, deren Größenordnung noch im lichtmikroskopischen Bereich liegt. Wie die Lupe den Makro-Mikro-Bereich aufhellt, vermag die Ölimmersion im Verein mit orientierten Schnittserien im Bereich zwischen Licht- und Elektronenmikroskop weiterzuhelfen. Schnitte der Wahl sind hierbei Paratangentialschnitte der Körperchen möglichst parallel zur Längsachse. Die um 1 μ dicken Lamellen werden dabei weitgehend schräg bis flächenparallel getroffen (Abb. 3).

Die homogene Grundsubstanz der Lamellen erscheint hierbei scharf (doch nicht linear) konturiert, ohne daß eine Grenzmembran als Grenzfläche zu den interlamellären Räumen ausgebildet ist. Wie schon erwähnt, sind auch keine Zellgrenzen sichtbar, so daß ich anders lautende Angaben nicht bestätigen kann. Die Zellkerne haben eine Länge von 4 bis 16 μ bei Überwiegen von etwa 10 μ. Sie sind bei einer Dicke von 1 bis 2 μ linsenförmig bzw. plattoval bis plattrundlich und besitzen ein feingekörntes Chromatin sowie 1—2 Kernkörperchen. Die kleineren Kerne finden sich in Nähe des Stielfortsatzes.

Beherrscht wird das Bild von den intra- und interlamellären Fibrillen, die den Lamellen offenbar Festigkeit verleihen. Das kommt schon an Zupfpräparaten zum Ausdruck, die überdies auf einen zirkulären Verlauf der Hauptmasse der Fibrillen quer zur Längsachse schließen lassen; denn nur, wenn die Zupfnadel polwärts geführt wird, gelingt es verhältnismäßig gut, Teilstücke von Lamellen zu isolieren, während die senkrecht zur Längsachse geführte Nadel die Lamellen überwiegend nur zerschlitzt. Während nun die intralamellären Fibrillen bereits im ungefärbten Zupfpräparat bei hundertfacher Vergrößerung wahrzunehmen sind, zeigen sie doch erst bei über 600facher Vergrößerung deutlich Gestalt und Verlauf. Es handelt sich um streckenweise gebündelte, unterschiedlich dicke Fäserchen (45—180 mμ nach Schwarz), die sich auch verzweigen können, und die bei stärkster Vergrößerung eine granuläre Struktur zeigen, wie diese im elektronenoptischen Bild nur vergrößert zu sehen ist. Ihre Kontur wird mitunter durch unregelmäßige, bröckelige Auflagerungen gestört. Ob es sich dabei um anhaftende Reste der interlamellären Flüssigkeit handelt, muß fraglich bleiben, da diesbezüglich intra- und interlamelläre Fibrillen nicht immer eindeutig voneinander zu sondern sind. Einen wesentlichen Unterschied bietet der Vergleich eines frischen Zupfpräparates mit sämtlichen Mikroschnitten. Nur im Zupfpräparat nämlich ist der gestreckte Parallelverlauf der Fibrillenbündel wahrzunehmen, während sich bei allen Schnitten als Folge von Fixierungseinflüssen diese Anordnung niemals findet. Hier ist die Bündelung so gut wie überall verloren gegangen, so daß an Stelle der gestreckten Parallellagerung eine unregelmäßige Knickung und Schlängelung der Fibrillen vorhanden ist, die zu deren Isolierung voneinander geführt hat (Abb. 3). Dennoch ist die bevorzugte Richtung der Fibrillen erhalten geblieben, die innerhalb der Lamellen oberflächenparallel-zirkulär ist. Ähnliches gilt für die interlamellären Fibrillen, deren Verlauf nur etwas weniger oberflächenparallel ist. Ins-

gesamt ergibt sich dabei ein Fibrillenkontinuum durch das gesamte V.-P.K., das in den Lamellen nur eine dichtere Phase gegenüber den Zwischenlamellenräumen besitzt und dort in die Grundmasse der Lamellen eingebettet, hier dagegen von der interlamellären Flüssigkeit umgeben ist. Anders ausgedrückt, bildet dieses zirkuläre Fibrillensystem ein endloses, dichtes Netzwerk sich verzweigender Fäserchen, die unterschiedlich lange Strecken in den Lamellen verlaufen, um danach auf die Nachbarlamellen überzuwechseln. Theoretisch könnte man daraus Spiralen- oder Schraubentouren beiderlei Drehsinnes mit sehr niedrigem Gang konstruieren, bei denen die Radien ständig wechseln. Möglicherweise besteht auch eine solche harmonische Architektur, die nur wegen der immer vorhandenen Schrumpfung der fixierten Präparate nicht erhalten bleibt. Aber auch so zwingt die bevorzugte Richtung aller dieses Quer- oder besser Zirkulärsystem bildenden Fasern zu der Folgerung, daß sie das wesentliche mechanische Prinzip der V.-P.K. darstellen.

Neben diesem Zirkulärsystem besteht ein Längssystem (Abb. 3), das allerdings richtiger als elliptisches System bezeichnet wird. Die dieses System bildenden Fibrillen sind ausschließlich intralamelläre Fibrillen, deren Masse gegenüber jener der Zirkulärfibrillen jedoch geringer ist. Sie erhöhen zweifellos die Festigkeit der Lamellen in Richtung der Längsachse.

Über die zuweilen in den interlamellären Räumen vorhandenen freien Zellen konnte keine Klarheit erlangt werden. Es handelt sich um epithelartige, rundliche kleine Zellen mit deutlich abgegrenztem Zelleib und rundem Kern, dessen feingranulierte Chromatinstruktur es nicht gestattet, diese Zellen mit jenen von Dogiel (1910) gefundenen zu vergleichen, der sie als Leukozyten angesprochen hat.

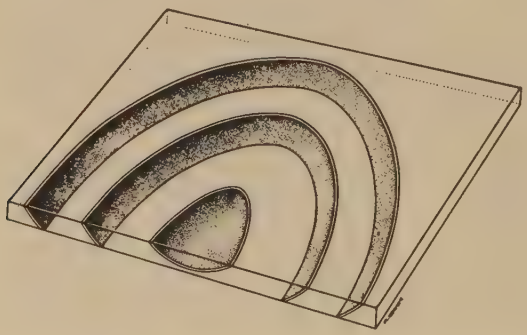

Abb. 4. Schematische Darstellung (Ausschnitt) eines Paråtangentialschnittes eines V.-P.K. aus dem Mesenterium der Katze

C. Funktionelle Betrachtung

Die Beantwortung der Frage nach der Funktion der V.-P.K. ist sowohl von Morphologen wie von Physiologen mehrfach und mit unterschiedlichem Ergebnis versucht worden. Während sich die Physiologen auf experimentelle Untersuchungen stützen, suchen die Morphologen vom Bau des Organs auf die Funktion zu schließen. Anknüpfend an das im Abschnitt Literatur Gesagte soll im folgenden an Hand meiner Untersuchungsergebnisse Stellung genommen werden zu jenen Hypothesen, nach denen die V.-P.K. osmosensible oder blutdruckregulierende oder druckperzipierende Organe sind.

Schade und Kiel schließen aus der Tatsache, daß die V.-P.K. in hyper- bzw. hypotonischen Lösungen quellen bzw. entquellen, auf deren osmosensible bzw. osmoregulatorische Funktion. Sie kommen aber zu diesem Schluß auf Grund derartig extremer Versuchsbedingungen, daß mit Rolshoven deren Übertragung auf die Verhältnisse intra vitam kaum gerechtfertigt sein dürfte. Ähnlichen Einflüssen sind die V.-P.K. bei der histologischen Behandlung ausgesetzt, und die Folge sind Schrumpfungen des Gewebes der Lamellen und Deformationen der ganzen Lamellen in der beschriebenen, von den Fixierungsflüssigkeiten abhängigen Art. Mit den genannten Autoren kann deshalb zwar den Lamellen der Körperchen die Eigenschaft einer osmotisch wirksamen Membran zugesprochen werden, es ist aber nicht einzusehen, weshalb hieraus auf eine spezifische Funktion geschlossen werden könnte. Die stets prall gefüllten Interlamellärräume dürften vielmehr die Voraussetzung für das Funktionieren der Körperchen sein. Minimale Schwankungen des Innendruckes dürften nur von selbstregulatorischer Bedeutung sein. Dabei erfolgt die notwendige Flüssigkeitsergänzung nicht aus der Umgebung, sondern aus den Blutgefäßen dieses Kleinorgans.

Nach meinen Befunden erschöpft sich die Leistung der Blutgefäße der Körperchen in dieser selbstregulatorischen und gleichzeitig nutritiven Aufgabe. Blutdruckschwankungen können sich nicht bis ins Innere des Körperchens auswirken, weil die in das Körperchen eintretenden Gefäße im Gegensatz zu Dogiel (1910), Loeschcke und Cauna/Mannan nicht Arterien, sondern Kapillaren sind. Hiervon abgesehen, ist auch der beschriebene Umfang der Gefäßversorgung als derart gering zu bezeichnen, daß Sheehan (1933b) nicht beigepflichtet werden kann, der die Vascularisation für größer hält, als sie für nutritive Aufgaben notwendig sei. Die Schlingenbildung der Binnengefäße mag zu dieser Annahme verleiten; doch entspricht sie dem charakteristischen Verhalten von Kapillaren an zahlreichen anderen Körperstellen. Außerdem ist der Umfang der Gefäßversorgung von der jeweiligen Größe der Körperchen abhängig. Den außerhalb des Körperchens befindlichen und ihm zum Teil anliegenden nichtkapillären Gefäßen schließlich kann ebenfalls keine funktionelle Beziehung zu den V.-P.K. zugesprochen werden; denn im Gegensatz zu v. Schumacher (1911)

und SHEEHAN (1933b) kann das topographische Verhalten dieser Gefäße zu den Körperchen nicht anders bewertet werden, als bei irgendeinem anderen Organ.

Danach bleibt nur noch jene funktionelle Deutung übrig, die den V.-P.K. die Eigenschaft von Druckrezeptoren zuweist. Unter der Voraussetzung, die durch den Befund an allen frisch isolierten Körperchen gestützt wird, daß die interlamellären Räume dauernd prall gefüllt sind, sind die Lamellen stets gespannt und werden damit durch Binnendruck auf Zug beansprucht. Eine Diffusion der interlamellären Flüssigkeit ist im Rahmen dieser selbstregulatorischen Konstanterhaltung des Binnendruckes zweifellos durch alle bis auf eine Lamelle gegeben, und diese eine Lamelle ist die äußerste Kapsellamelle, die ein Absinken des Binnendruckes durch Abgabe von Flüssigkeit verhindern muß. Alle Lamellen werden bei der Aufnahme des Binnendruckes durch das System der intra- und interlamellären Fibrillen mechanisch unterstützt, die befähigt sind, Zugspannung aufzunehmen, was auch gegenüber einem zusätzlichen, von außen kommenden Druck zutrifft, demgegenüber sie die Formstabilität des Körperchens bewahren. Solchem Außendruck gegenüber wirkt das Körperchen wie ein „Lymph"-Organ, wie wir es z. B. in anderer Weise im Innenohr kennen, wo die Fortpflanzung von Wellen minimalen Druckes die erstaunlichsten Resultate zeitigt.

Berücksichtigt man die Lage der Körperchen im verschieblichen, lockeren Binde- und Fettgewebe, in dem es wie nasse Seife ausweicht, sofern man es berührt oder gar zu fixieren trachtet, dann dürfte dies auf eine hohe Empfindlichkeit für die Aufnahme von Druckreizen hinweisen.

Für diese hohe Empfindlichkeit spricht auch der geringe absolute Widerstand, den das Körperchen leistet, wenn man es nach genügender Fixierung zerquetscht. Dadurch werden wir darauf hingelenkt, andere Eigentümlichkeiten zu diskutieren, die besonders im Vergleich mit jenen V.-P.K. auffallen, die aus der Vola manus (CAUNA/MANNAN) des Menschen abgebildet werden (s. auch SOBOTTA). Diese Körperchen haben nach Lage und Beanspruchung zweifellos einen außerordentlichen Außendruck auszuhalten. Sie scheinen aber hierfür auch anders gebaut zu sein, indem ein runder Innenkolben nur von Ganzlamellen umgeben wird (CAUNA/MANNAN), während bei den V.-P.K. der Bauchhöhle der Katze ein abgeplatteter Innenkolben von Halblamellen umgeben wird, die sich über zwei Septumlamellen mit dem innersten dem Innenkolben aufliegenden Halblamellenpaar vereinen. Erst außerhalb dieser Halblamellen folgen die Ganzlamellen. Sollte dieser bauliche Unterschied nicht im Einklang mit topographischer Lage und Beanspruchung stehen? Im Gang befindliche Untersuchungen werden hier zu weiteren Aussagen führen. Soweit kann aber geschlossen werden: Daß die die Kanten des platten Innenkolbens fortsetzenden Septumlamellen einer flügelartigen Oberflächenvergrößerung des Innenkolbens gleichkommen, die den sich fortpflanzenden Druckwellen besonders ausgesetzt sind und damit eine Feineinstellung auf Änderungen des Binnendruckes ermöglichen. Das steht

im Einklang mit der genannten Einbettung der Körperchen in verschiebliches Gewebe. Aus alledem ergibt sich, daß das V.-P.K. in der Bauchhöhle der Katze der Perzeption von feinsten Außendrücken dient. Es ist ein Druckrezeptor, der im Dienste des komplexen Tastsinnes steht und mit GRAY-MATTHEWS ein Organ für „signalling body movements" darstellt.

V. Zusammenfassung

Die Lamellen der VATER-PACINIschen Lamellenkörperchen der Bauchhöhle der Katze bestehen aus einer homogenen, kernhaltigen Grundsubstanz und zahlreichen intralamellären Ringsfibrillen nebst weniger zahlreichen Längsfibrillen. Diese Fibrillen bilden mit den interlamellären Fibrillen ein kontinuierliches Fibrillensystem, das den Körperchen mechanische Festigkeit verleiht gegenüber dem Binnendruck der interlamellären Flüssigkeit. Gleichzeitig widerstehen sie einem Außendruck, der sich über die interlamelläre Flüssigkeit bis zum Innenkolben fortsetzt und dort registriert wird. Die den Innenkolben umgebenden Halblamellen, die über zwei Septumlamellen sehr eng mit dem Innenkolben verbunden sind, dürften im Dienste einer Feineinstellung bei der Aufnahme auch schwächster Reize stehen.

VI. Literatur

ADRIAN, E. D., and UMRATH, K., The impulse discharge from the Pacinian corpuscle. J. Physiol. **68**, 139—154 (1929).

ANDREJEW, I. D., Über den Verlauf der sensiblen Leitungsbahnen in der Bauchhöhle. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch. **24**, 17—23 (1931).

BARGMANN, W., Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 2. Aufl. Verlag G. Thieme, Stuttgart (1956).

BUCHER, O., Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 2. Aufl. Verlag H. Huber, Bern und Stuttgart (1956).

CAUNA, N., and MANNAN, G., The structure of human digital Pacinian corpuscles (corpuscula lamellosa) and its functional significance. J. Anat. **92**, 1—20 (1958).

CEELEN, W., Über das Vorkommen von VATER-PACINIschen Körperchen am menschlichen Pancreas. Arch. path. Anat. **208**, 460—472 (1912).

CIACCIO, G. V., Beobachtungen über das PACINIsche Körperchen aus dem Mesenterium der Katze. Zbl. med. Wiss. (1864).

CLARA, M., Über den Bau des Schnabels der Waldschnepfe (*Scolopax rusticola* L.). Zschr. mikrosk.-anat. Forsch. **3**, 1—108 (1925).

DOGIEL, A. S., Die Nervenendigungen im Bauchfell, in den Sehnen, den Muskelspindeln und dem Centrum tendineum des Diaphragmas beim Menschen und den Säugethieren. Arch. mikrosk. Anat. **59**, 1—31 (1902).

— Zur Frage über den Bau der Kapseln der VATER-PACINIschen und HERBSTschen Körperchen und über das Verhalten der Blutgefäße zu denselben. Fol. neuro-biol. **4**, 218—243 (1910).

DOWGJALLO, N. D., Zur Frage über die VATER-PACINIschen Körperchen im Mesorectum der Katze. Anat. Anz. **60**, 279—284 (1925).

ELLENBERGER, W., u. v. SCHUMACHER, S., Histologie der Haussäugetiere. 4. Aufl. Verlagsbuchhdlg. Paul Parey, Berlin (1914).

GENERSICH, A., Beitrag zur Anatomie und pathologischen Anatomie der am sympathischen Bauchgeflechte des Menschen befindlichen PACINIschen Körperchen. Med. Jb. 133—156 (1876).

Gray, I. A. B., and Matthews, P. B. C., Response of Pacinian corpuscles in the cat's toe. J. Physiol. **118**, 475—482 (1951).

— and Sato, M., Receptor potentials in Pacinian corpuscles. J. Physiol. **122**, 610—636 (1953).

Grosser, O., Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystemes der Chiropteren. Anat. Hefte, 1. Abt., **17**, 203—424 (1901).

Henle, I., u. Kölliker, A., Über die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugetiere. Zürich (1844).

Herbst, G., Die Pacinischen Körper und ihre Bedeutung. Göttingen (1848).

Hoyer, H., Ein Beitrag zur Histologie der Pacinischen Körperchen. Arch. Anat. Physiol. 213—221 (1864).

Hromada, J., Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung und der Variabilität der Lamellenkörperchen in der Gelenkkapsel und im periartikulären Gewebe beim menschlichen Fetus. Acta anat **40**, 24—40 (1960).

Key, A., u. Retzius, G., Studien in der Anatomie des Nervensystems. Arch. mikrosk. Anat. **9**, 308—386 (1873).

Kiel, R., Ein Beitrag zur Funktion der Lamellenkörperchen. Zschr. exper. Med. **89**, 1—16 (1933).

Krause, W., Über die Function der Vaterschen Körperchen. Zschr. f. rat. Med. **17**, 273—317 (1863).

— Die Nervenendigung innerhalb der terminalen Körperchen. Arch. mikrosk. Anat. **19**, 53—136 (1881).

Krölling, O., u. Grau, H., Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere, 10. Aufl. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg (1960).

Lacouchie (1843); zit. nach Henle/Kölliker (1844).

Lawrentjew, A. P., Zur Topographie der Vater-Pacinischen Körperchen im Mesenterium des Dünn- und Dickdarms bei der Katze. Anat. Anz. **60**, 81—86 (1925).

Lee, F. C., A study of the Pacinian corpuscle. J. Comp. Neurol. **64**, 492—522 (1936).

Loeschcke, H. H., Gefäßapparat und Lymphbahnen der Vater-Pacinischen Lamellenkörperchen des Menschen. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch. **39**, 315—330 (1936).

Michelsen, P., Zur Histologie der Vater-Pacinischen Körperchen. Arch. mikrosk. Anat. **5**, 145—156 (1869).

Pacini, Ph. (1831); zit. nach Henle u. Kölliker (1844).

Quilliam, T. A., and Sato, M., The distribution of myelin on nerve fibres from Pacinian corpuscles. J. Physiol. **129**, 167—176 (1955).

Ramström, M., Anatomische und experimentelle Untersuchungen über die lamellösen Nervenendkörperchen im Peritoneum parietale des Menschen. Anat. Hefte, 1. Abt., **36**, 308—368 (1908).

Rauber, A., Vatersche Körper der Bänder und Periostnerven und ihre Bedeutung zum sogenannten Muskelsinne. Neustadt a. d. Haardt (1865).

— Untersuchung über das Vorkommen und die Bedeutung der Vaterschen Körper. München (1867).

Retzius, G., Die Pacinischen Körperchen in Golgischer Färbung. Biologische Untersuchungen von Dr. G. Retzius. Neue Folge VI, S. 65 (1894).

— Zur Frage von der Endigungsweise der peripherischen sensiblen Nerven. Biologische Untersuchungen von Dr. G. Retzius, Neue Folge VIII, S. 114—117 (1898).

Rolshoven, E., Morphologische und experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Vater-Pacinischen Körperchen. Morph. Jb. **81**, 601—652 (1938).

Romeis, B., Mikroskopische Technik, 15. Aufl. Leibniz-Verlag, München (1948).

Sala, G., Untersuchungen über die Struktur der Pacinischen Körperchen. Anat. Anz. **16** 193—196 (1899).

Schade, H., Die physikalische Chemie der inneren Medizin, 3. Aufl. Verlag Th. Steinkopf, Dresden und Leipzig (1923).

v. Schumacher, S., Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Lamellenkörperchen. Arch. mikrosk. Anat. **77**, 157—193 (1911).

Schwarz, W., Elektronenmikroskopische Untersuchungen am Außenkolben der Vater-Pacinischen Körperchen. Zschr. Zellforsch. **36**, 436—447 (1951).

Sheehan, D., The cell station of the Vater-Pacinian corpuscle in the retroperitoneal tissue. Brain **55**, 493—498 (1932).

— The afferent nerve supply of the mesentery and its significance in the causation of abdominal pain. J. Anat. **67**, 233—249 (1933a).

— The clinical significance of the nerve-endings in the mesentery. Lancet **224**, 409—412 (1933b).

Sobotta, J.; zit. nach Stöhr jr., Ph., in W. v. Möllendorffs Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Verlag J. Springer, Berlin. IV. Bd., I. Teil, 237—239 (1928).

Söderlund, H., Beiträge zur Kenntnis der Histologie der serösen Häute von *Felis domestica*. Diss. Dresden (1912).

Sokolow, A., Zur Frage über die Endigungen der Nerven in den Vater-Pacinischen Körperchen. Anat. Anz. **16**, 452—455 (1899).

Stöhr jr., Ph.; in W. v. Möllendorffs Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Verlag J. Springer, Berlin, IV. Bd., I. Teil, 237—239 (1928).

— Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1951).

Strahl, J. C., Zu den Pacinischen Körperchen. Arch. Anat. Physiol. 165—172 (1848).

Timofeew, D., Über eine besondere Art von eingekapselten Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen bei den Säugetieren. Anat. Anz. **11**, 44—49 (1896).

Trautmann, A., u. Fiebiger, J., Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere, 8. und 9. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg (1949).

Vater, A. (1741); zit. nach Henle u. Kölliker (1844).

van de Velde, E., Die fibrilläre Struktur in den Nervenendigungen der Vögel und Säugetiere. Anat. Anz. **31**, 621—634 (1907).

Wallraff, J., Leitfaden der Histologie des Menschen, 2. Aufl. Verlag Urban & Schwarzenberg (1958).

Lebenslauf

Am 13. Juli 1935 wurde ich in Gnoien in Mecklenburg als Sohn des Tierarztes Dr. Richard Krüger und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Eggert, geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule in Gnoien und der Heinrich-Heine-Oberschule in Teterow bestand ich 1954 das Abitur.

Im Jahre 1955 begann ich mit dem Studium an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin und legte dort 1960 das Staatsexamen ab.